VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra informatiky

Absolvovanie individuálnej odbornej praxe
Individual Professional Practice in the Company

2018 Michal Falát

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra informatiky

Zadání bakalářské práce

Student: **Michal Falát**

Studijní program: B2647 Informační a komunikační technologie

Studijní obor: 2612R025 Informatika a výpočetní technika

Téma: Absolvování individuální odborné praxe
Individual Professional Practice in the Company

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: M2M Solutions s.r.o.
2. Struktura závěrečné zprávy:
   a) Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta.
   b) Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti.
   c) Zvolený postup řešení zadaných úkolů.
   d) Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe.
   e) Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe.
   f) Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů konzultanta, který vede odbornou praxi studenta.

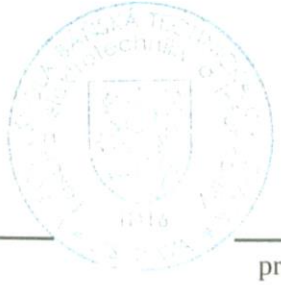
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. RNDr. Petr Šaloun, Ph.D.**

Konzultant bakalářské práce: Ing. Boris Kovář

Datum zadání: 01.09.2017

Datum odevzdání: 30.04.2018



doc. Ing. Jan Platoš, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prehlasujem, že som túto bakalársku prácu vypracoval samostatne. Uviedol som všetky literárne pramene a publikácie, z ktorých som čerpal.

V Ostrave 13. apríla 2018

.....

Súhlasím so zverejnením tejto bakalárskej práce podľa požiadaviek čl. 26, odst. 9 Študijného a skúšobného poriadku pre štúdium v bakalárskych programoch VŠB-TU Ostrava.

V Žiline 13. apríla 2018

Poďakovanie: Chcel by som poďakovať svojim kolegom z práce, ktorí si na mňa našli čas a boli ochotní mi pomôcť a vysvetliť akýkoľvek problém. Poďakovanie patrí aj môjmu konzultantovi, Borisovi, ktorý mi zastrešil odbornú prax a venoval mi aj svoj voľný čas.

Abstrakt

Táto bakalárska práca popisuje absolvovanie odbornej praxe vo firme M2M Solutions. V prvej časti je v krátkosti vysvetlená činnosť a hlavné zameranie firmy, ale aj moje pracovné zaradenie. V ďalšej kapitole v krátkosti popisujem hlavné technológie, s ktorými som sa počas praxe najviac stretával. Ďalšia kapitola je venovaná samotným projektom a zadaným úlohám, spolu s riešeniami, na ktorých som počas obidvoch semestrov pracoval. Pomedzi úlohy sú v vysvetlené aj konkrétne časti technologii ale aj problematika, ktorú riešia. V závere práce popisujem celkový súhrn a využitie znalostí nadobudnutých počas školy a technológie, ktoré som sa musel individuálne doučiť.

Kľúčové slová: ASP.NET, C#, Java, Angular, Typescript, MVC

Abstract

This bachelor thesis describes my individual practise in company M2M Solutions. In the first section I explain the company's activities and main focus. In the next section I describe basic theory about technologies, which I most used. Next section is dedicated to projects and tasks with solutions, which I work on during practise. Between tasks are briefly explained parts of technologies, which I used and problematics, which they deal with. Finally, I explain total summary of practise and usage of technologies, that a learnt during school and technologies which I have to learn on my own.

Keywords: ASP.NET, C#, Java, Angular, Typescript, MVC

Obsah

Zoznam symbolov a skratiek

API	-	Application programming interface
ASP	-	Active server pages
BLE	-	Bluetooth low energy
CSS	-	Cascading style sheets
GPS	-	Global positioning system
HTML	-	Hypertext markup language
IoT	-	Internet of things
IIoT	-	Industrial internet of things
IP	-	Internet protocol
JS	-	Javascript
JSON	-	Javascript object notation
MVC	-	Model view controller
NF	-	Normálna forma
ORM	-	Object relational mapping
REST	-	Representational state transfer
RFID	-	Radio frequency identificator
RSS	-	Rich site summary
SQL	-	Structured query language
SPA	-	Single page application
UI	-	User interface
URL	-	Uniform resource locator
UWB	-	Ultra wide band
UX	-	User experience
WPF	-	Windows presentation foundation
XML	-	Extensible markup language

Zoznam obrázkov

Zoznam tabuliek

Zoznam výpisov zdrojového kódu

1. Úvod

Moja odborná prax prebiehala vo firme M2M solutions s.r.o. Počas praxe som mal možnosť vyskúšať si prácu v tíme na viacerých zaujimavých projektoch v priemyselnom odvetví. V týchto projektoch som dostal možnosť naučiť sa veľa nových technológii, ale zároveň som chcel zúžitkovať aj moje vedomosti získané v počas školského štúdia. Hlavným dôvodom pre výber praxe bolo ziskanie preukázatelných praktických znalostí. Keďže viem, aká je prax pre informatika dôležitá a takmer každému zamestnávatelovi nestačia iba teoretické vedomosti získané zo školy. Aj pri nástupe na prax ako brigádnik, som už musel vedieť preukázať nejaké jednoduché projekty, na ktorých som pracoval napríklad vrámci školských projektov aspoň pre základné overenie mojich praktických znalostí z programovania. Odbornú prax vo firme M2M solutions s.r.o som si vybral tiež kvôli tomu, že som v tejto firme začal pracovať ešte pár mesiacov pred začatím samotnej odbornej praxe a chcel som v nej pokračovať aj naďalej, keďže mi vyhovovala aj z hľadiska dochádzania do práce. Počas praxe som spoznal veľa skúsených programátorov, ktorí mi vedeli pomôcť s niektorými ťažšími úlohami a veľa som sa od nich počas praxe naučil. Od praxe som očakával najmä naučenie sa nových moderných technológii a trendov v programovaní, získanie pracovných návykov ale aj získanie všeobecného prehľadu v IT odvetví, v ktorom by som chcel po skončení školy pracovať. Počas praxe som sa zároveň chcel zdokonaliť aj v anglickom jazyku, ktorý je pre informatika v dnešnej dobe nevyhnutnosť, bez ktorej sa na pracovnom trhu nedá presadiť.

2. Firma

2.1 Odborné zameranie firmy

Firma M2M solutions s.r.o [10] pôsobí na slovenskom IT trhu približne od roku 2010. Veľkosťou sa radí medzi malé až stredné firmy s počtom zamestnancov 25-35 ľudí. Hlavným zameranim je vývoj IT riešení pre priemysel a logistiku, vrátane vývoja softwaru aj hardwaru. Firma sa tiež venuje aj úprave firemných procesov na zvýšenie efektivity práce. Medzi zákazníkov patria aj mnohé nadnárodné firmy. Kvôli rozšíreniu pôsobenia firmy sa v roku 2017 otvorila aj nemecká pobočka pod názvom Werks Revolution. Do budúcnosti firma plánuje otvoriť ďalšie pobočky na Slovensku a v Poľsku. Firma má vo svojom portfóliu viacero produktov. Medzi nosné produkty patria systémy riadenia skladu, manipulácia s tovarom podľa svetla, transportné systémy a systém na plánovanie výroby. Každý produkt je upravený na mieru podľa potrieb zákazníka. Firma sa snaží sledovať súčasné trendy a v budúcnosti pripravuje väčšinu svojich produktov vyvíjať univerzálne a presunúť ich do cloudu. V súčasnosti sa firma zameriava aj na Industry 4.0 a vývoj a využitie IoT zariadení v priemysle.

2.2 Pracovné zaradenie

Moje pracovné zaradenie spočívalo hlavne vo vývoji a testovaní rôzných softvérových komponentov. Nakoľko som nemal dostatok praxe, väčšinou som pracoval spolu s ďalšími programátormi v tíme, ktorí mi pomohli v prípade nejasnosti a naviedli ma na správnu cestu. Z veľkej miery sa jednalo o vývoj v ASP.NET C#. Približne v polovici praxe som začal pracovať ako javascript developer vo frameworku Angular, s ktorým som pracoval približne 4 mesiace. Ďalšiu časť praxe som vyvíjal mobilnú aplikáciu pre android na komunikáciu s bezdrôtovými tlačidlami. Na konci praxe som bol zapojený do akvizície na návrh a vývoj systému pre navigáciu a lokalizáciu objektov v budovách. Na tomto projekte bolo mojou úlohou nájsť všetky dostupné riešenia, ktoré by sa dali použiť. V prvej fáze bolo tiež mojou úlohou zozbierať dáta zo senzorov v mobile a implementovať Kalmanov filter na minimalizáciu šumu z meraných hodnôt.

3. Popis projektov

3.1 Multimediálne informačné panely

Multimediálne informačné panely[9] je webová aplikácia napísaná v ASP.NET C# s MVC architektúrou. Je využívaná na zobrazovanie rôznych informácii na obrazovkách v rôznych časových slotoch. Aplikácia má možnosť jednoducho pridávať a meniť obsah jednotlivých stránok, ktoré sa zobrazujú na obrazovkách. Správanie a obsah stránok môže byť podla potreby nastavený pre každý panel samostatne. Vďaka tomu má široké využitie najmä vo výrobe v logistike či v obchodných centrách.

3.2 LightNet TK

LightNet TK je webová aplikácia (Tenký klient), ktorá slúži na zobrazovanie dôležitých informácii o verejnom osvetlení pre starostov obcí. Jedná sa hlavne o zobrazovanie porúch vzniknutých na rozvádzačoch, časy svietenia jednotlivých lámp, mapy a iné dôležié informácie. Hierarchia systému sa skladá z 2 častí:

- Aplikačné rozhranie (API) - napísané v jazyku Java s použitím technológie Spring Boot,
- Webový klient - SPA aplikácia, ktorá komunikuje s API. Je napísaná v Typescripte s použitím frameworku Angular.

3.3 Správa evidencie operátorov - OAC

Projekt je postavený na novej platforme ASP.NET C#. Slúži na evidenciu pracovníkov vo výrobe. Do systému je zaintegrovaný systém preškolení, na ktorych sa každý pracovník musí zúčastňovať v pravidelných intervaloch. Spolu s evidenciou pracovníkov sú v systéme použité aj RFID karty, s ktorými sa pracovník prihlasuje na jednotlivé pozície vo výrobe. Aplikácia sa skladá z webového rozhrania a WPF aplikácie, ktorá sa nachádza na počitači na každej pozícii.

3.4 Ostatné projekty

Počas praxe som bol zapojený aj do iných projektov, ktoré sa týkali IIoT riešení. Medzi tie patrilo vytvorenie android aplikácie na komunikáciu s wireless tlačidlom cez bluetooth. Ďalšou veľkou akvizíciou, na ktorej som pracoval, bola navigácia a lokalizácia objektov v budovách. Prácu na týchto projektoch som sa rozhodol v tejto práci popísať iba veľmi všeobecne a stručne, nakoľko sú to veci, ktoré sú stále v štádiu návrhu a experimentovania rôznych technológii.

4. Použité technológie

V tejto sekcii v krátkosti zhrniem základné informácie o technológiach, s ktorými som sa počas odbornej praxe najviac stretával a aktívne využíval. Okrem týchto technológii som samozrejme používal veľa ďalších, ale v podstatne menšej miere.

4.1 .NET Framework

.NET framework [7] je bezplatná platforma vyvíjaná spoločnosťou Microsoft. Prvýkrát bola predstavená ešte v roku 2002 pod názvom .NET Framework 1.0. V súčasnosti sa používa verzia .NET 4.7, ktorá bola vydaná v roku 2017. Táto platforma obsahuje veľké množstvo knižníc napríklad pre prácu so sieťou, s grafikou, so súbormi a podobne. Je určená pre vývoj rôznych typov aplikácii. S pomocou .NET je možno jednoducho vytvoriť napríklad webovú, mobilnú alebo desktop aplikáciu. Ďalšou veľkou výhodou tohto frameworku je, že je možné s ním pracovať vo viacerých programovacích jazykoch ako napr Visual Basic, F# alebo najpoužívanejší C#. Pre rozšírenie funkčnosti aplikácie je možnosť pridať ďalšie knižnice, ktoré sú ľahko stiahnutelné cez NuGet package manager. Počas praxe som využíval hlavne ASP.NET, ktorý je určený na vývoj webových stránok.

4.2 Angular

Angular[3] (označovaný aj ako Angular2) je multiplatformový webový framework, v ktorom sa vyvíja front-end časť aplikácie. Pôvodne bol vyvinutý firmou Google v roku 2010 pod názvom AngularJS. Pre jeho obľúbenosť a široké možnosti použitia bol koncom roka 2016 vydaný úplne nový framework Angular, ktorý s pôvodným AngularJS nemá už nič spoločné. V súčasnosti sa používa najnovšia verzia Angular 5.2.0. Jeho veľkou výhodou je používanie jazyku Typescript od firmy Microsoft, s ktorým je možné vytvárať triedy, rozhrania a podporuje dátové typy, čo bežný Javascript nepodporuje. Angular disponuje dostatočným počtom knižníc a komponentov pre vývoj SPA webovej aplikácie. Pre používateľské rozhranie a príjemný UX zážitok je možné použiť knižnicu Material design [2]. Tým sa aplikácia stane moderná, prehľadná a responzívna.

4.3 GIT

GIT[5] je distribuovaný systém na správu verzií. Bol vytvorený Linusom Torvaldsom v roku 2005. Pôvodne bol určený pre správu jadra operačného systému Linux. Jeho výhodou je, že každý používateľ má vlastný repozitár, v ktorom môže robiť lokálne zmeny (príkaz *commit*). Tieto zmeny môže následne zosynchronizovať so serverom (príkazy *pull, push*). Pri riešení konfliktov medzi lokálnym repozitárom a serverom je použitý trojcestný zlučovací algoritmus (*3-way merge*)

5. Zadané úlohy a riešenia

5.1 Multimediálne informačné panely

Na tomto projekte som pracoval priebežne počas obidvoch semestrov. Jednalo sa najmä o odstraňovanie existujúcich chýb nahlásených zákazníkmi tzv. bugfixing, ale aj o vytváranie ďalších komponentov a úpravu podľa požiadaviek. Práca na tomto projekte pozostávala z 3 väčších úloh a niekoľkých menších úloh (vizuálna úprava prvkov na stránke, zmena umiestnenia tlačidiel, preklad používateľského manuálu do anglického jazyka).

5.1.1 Komponent RSS čítačka

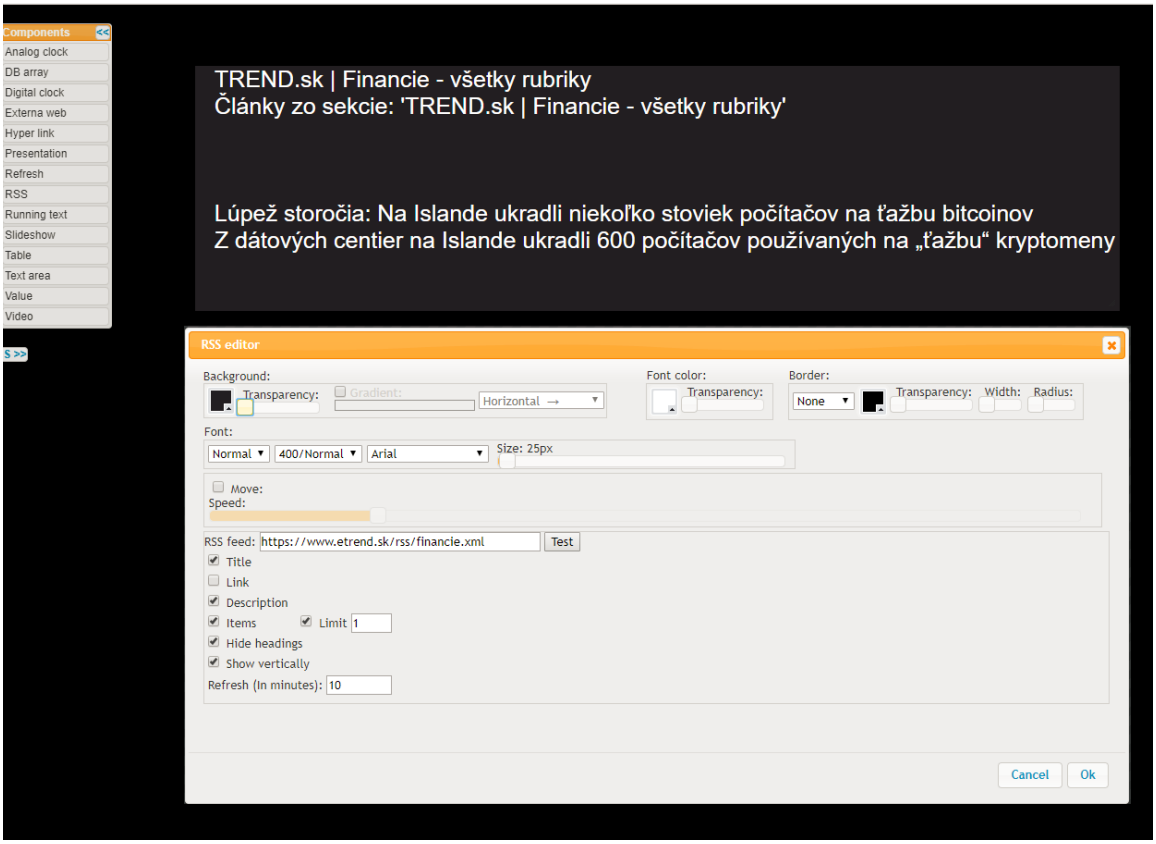
Časová náročnosť: 4 dni
Zadanie:
Pridať do projektu komponent na zobrazenie obsahu z ľubovolného RSS zdroja a vytvoriť formulár na jeho editáciu.
Analýza:
RSS zdroj je určený na čítanie noviniek z webových stránok ako napríklad spravodajstvo, počasie, kurzové meny a pod. Takéto informácie z internetu si na multimediálnych informačných paneloch nájdu svoje uplatnenie. Mojou úlohou bolo naimplementovať komponent RSS čítačka, pridať konfigurovatelné nastavenia pre tento komponent a otestovať jeho funkčnosť. Všetky existujúce komponenty sú implementované ako súbor javascript funkcií s niekoľkými riadkami HTML kódu. Samotné ukladanie komponentov v databáze je riešené veľmi netypicky. Jednotlivé komponenty nie sú ukladané ako záznamy v tabuľke, ale celá stránka so všetkými svojimi komponentami vrátane JS a HTML je uložená ako jeden textový reťazec. Toto riešenie pochádza ešte zo začiatkov pôsobenia firmy, kedy sa ešte nebral veľký ohľad na škálovatelnosť a správnosť ukladania dát. Napriek tomu, že je porušený 1NF a 2NF, je produkt plne funkčný a používaný aj v súčasnosti. V rámci zachovania tohto konceptu som sa rozhodol pokračovať rovnakým spôsobom ukladania komponentov do databázy.
Riešenie:
Ďalšia časť spočívala v naštudovaní samotného fungovania zobrazovania RSS zdroja. RSS zdroj je v podstate pravidelne upravovaný XML súbor, ktorý je možné stiahnúť z nejakého servera. V samotnom XML dokumente môžeme nájsť RSS verziu. V súčasnosti sa používa verzia 2.0. Dokument pozostáva z niekoľkých ďalších uzlov ako *<title>, <description>, <link>*. Posielanie dotazu na RSS zdroj priamo z javascriptovej funkcie nebolo možne kvôli cross origin právam - teda posielanie dotazov na inú deménu. To som obišiel vypnutím v súbore *web.config*. V javascripte sa už iba dotazujem na funkciu z kontroleru, ktorá už dokáže pristupovať aj k stránkam na inej doméne. Na editáciu som použil jQuery UI dialóg, ktorý používame v celom projekte. Do editora som sa rozhodol vložiť polia na URL adresu zdroja a niekoľko checkboxov. Tieto checkboxy dokážu napríklad skryť jednotlivé uzly, pohybovať text, skryť hlavičky uzlov.

Ďalej som pridal polia na limit uzlov items, keďže niektoré zdroje môžu obsahovať veľmi veľa týchto uzlov aj keď používateľ potrebuje napríklad prvé 3 uzly. Na koniec editora som pridal textové pole na zadanie obnovovacieho intervalu v minútach. Tento údaj vyjadruje, v akom intervale bude vykonaný dotaz na náš RSS zdroj. Pre zadanie číselných údajov som sa rozhodol použiť jeden z nových atribútov v HTML5 pre elimináciu zadania písmen a iných znakov.

```
<input type="number" value="0" id="refreshRSS@{compId}">
```

Výpis 5.1: Textové pole s číselným vstupom

V ukážke 5.1 je použitá aj syntax jazyka Razor. Razor je súčasť ASP.NET, pomocou ktorej je možné upravovať HTML stránky využívaním syntaxe z C#. V Razore sa môžu použiť cykly, podmienky, modely, ale aj rôzne iné veci, ktoré bežne používame v C#. V tomto prípade je potrebné jednoznačne identifikovať, pre ktorý RSS komponent robíme úpravy. Identifikátor komponentu je uložený v premennej *@{compId}*.
Po prijatí RSS feedu ostávalo prejsť všetky uzly v dokumente a podľa parametrov v editore zobraziť potrebné údaje. Na prechádzanie XML štruktúry som sa rozhodol použiť zabudovaný nástroj jQuery, kde pomocou funkcie *jQuery.parseXML(data)* vieme previesť celý dokument do štruktúry, v ktorej môžeme jednoducho dostať potrebné uzly, ich dáta, prípadne atribúty. Na záver už ostávalo iba skontrolovať interval dotazovania a doladiť zobrazovanie dát.



Obr. 5.1: Ukážka editora a RSS obsahu

5.1.2 Pridanie používateľských rolí

Časová náročnosť: 3 dni
Zadanie:
Zvýšiť bezpečnosť chodu aplikácie pridaním používateľských rolí a overiť ich funkčnosť:

1. **Administrátor** - má možnosť pridať/editovať/vymazať panel, má možnosť pridať/editovať/vymazať stránku, má prístup k nastaveniam, môže manipulovať s časovou osou.

2. **Autor** - má možnosť pridať/editovať panel, nemôže vymazať žiadny panel, má možnosť pridať/editovať/vymazať stránku, nemá prístup k nastaveniam, môže manipulovať s časovou osou.

3. **Bežný používateľ** - nemá možnosť pridať/editovať/vymazať panel, nemá možnosť pridať/editovať/vymazať stránku, nemá prístup k nastaveniam, nemôže manipulovať s časovou osou.

Analýza:
Táto požiadavka prišla od zákazníka, ktorý chcel takýmto spôsobom zvýšiť bezpečnosť chodu aplíkácie. V prvej časti bolo potrebné upraviť tabuľku *[dbo.users]* a pridať do nej stĺpec, ktorý nám bude vyjadrovať konkrétnu používateľskú rolu. V ďalšej časti, bolo potrebné prejsť všetky stránky a kontrolery a upraviť ich podľa zadania.
Riešenie:
Postup je rozdelený do viacerých krokov. V prvom kroku bolo potrebné upraviť databázový model, kód a pridať stĺpec do databázy. V projekte je použitý ORM nástroj Entity framework s *model-first* prístupom. Ten spočíva z použitia modelovacieho nástroja, v ktorom je možné vizuálne pridávať entity, relácie a vytvára vzťahy medzi nimi. Tieto zmeny je následné nutné rozdielovým skriptom spustiť nad databázou. Na začiatok som sa rozhodol do projektu pridať číselník *UserRoles*, ktorý bude obsahovať názvy rolí s číslom. Ďalej som si v modeli našiel tabuľku Users, ktorá mala niekoľko stĺpcov. Ku nim som pridal stĺpec *UserRole* s typom *Int32*. Aj napriek tomu, že v databáze je rola uložená ako číslo, Entity framework ju dokáže namapovať priamo do vytvoreného číselníka. V ďalšom kroku bolo potrebné vytvoriť rozdielový skript, ktorým zmeny premietneme do databázy.

```
ALTER TABLE [dbo.Users]
ADD UserRole int NOT NULL DEFAULT(1)
GO
```

Výpis 5.2: SQL skript pre pridanie používateľelskej role

V tomto prípade sme zo všetkých používateľov spravili administrátorov. Postupne som prešiel jednotlivé záznamy v databáze a upravil skupinu podľa konkrétnych používateľov. Pri vytvárani nových používateľov má administrátor odteraz možnosť zvoliť skupinu novému používateľovi.
Ďalšou časťou bolo prejsť všetky stránky a upraviť niektoré časti kódu podľa skupiny prihláseného používateľa. Mojim riešením bolo do každého modelu, ktorý sa vytvára v kontroleri a zobrazuje na stránke, pridať ďalšiu premennú, ktorú naplním používateľovou skupinou. Tú

dokážem zistiť vytiahnutím aktuálne prihláseného používateľa z triedy *DBContextu*. *DBContext* je brána, ktorá slúží na prístup a prácu s databázou. Na jednotlivých sránkach pomocou naplneného modelu a razora vieme definovať, čo sa má ktorému používateľovi zobrazovať a čo nie. Operácie ako upravovanie a vymazávanie môže robiť iba administrátor, v našom prípade používateľská rola 1.

```
<div class="buttonsPanel">
    @if(model.userRole == 1) {
    <div class="editedButtons">
        <img class="edit" src="@Url.Content("~/Content/Images/edit.png ")"
        onclick="boardmanage('@(b.Id)')" title="@Locale.GetLocaleString("edit")
            " />

        <img class="delete" src="@Url.Content("~/Content/Images/remove.png")"
         onclick="deleteBoard(@(b.Id))" title="@Locale.GetLocaleString("delete")
             "/>
    </div>
    }
</div>
```

Výpis 5.3: Zobrazenie operácii pre administrátora

5.2 LightNet TK

Na projekte LightNet TK som pracoval dokopy približne 30 dní. V tejto dobe je zahrnutých aj 5 dní učenia frameworku Angular. Jednalo sa najmä o konečnú a finálnu úpravu produktu podľa potrieb zákazníka. Moja práca spočívala v úprave a vytváraní komponentov napísaných v Typescripte a v malej miere aj práca na API v jazyku Java s použitím technológie Spring Boot. Vďaka použitiu material design aplikácia vyzerá moderne a prehľadne.

5.2.1 Pridanie šablón pre merania na rozvádzačoch

Časová náročnosť: 10 dni
Zadanie:
Pridať do projektu grafy z meraní. Pridať možnosť zobraziť/schovať jednotlivé inštancie z meraní. Konečný stav môže používateľ uložiť ako šablónu.
Analýza:
Na stránke meraní sa nachádzajú 4 grafy a vysoký počet inštancii v samotných grafoch, čo je pre bežného úžívateľa pomerne zložité na rýchlu orientáciu. Šablóna bude uľahčovať zobrazenie grafov, ale najmä zprehľadní celú stránku od údajov, ktoré používateľ nepotrebuje. Táto úloha sa bude riešiť v prezenčnej vrstve - zobrazenie používateľovi, tlačidlo na pridanie a výber šablóny. Ukladanie jednotlivých šablón bude prebiehať na serveri, do Postgre SQL databázy.

Riešenie:

Klientská časť

Prvým krokom bolo vymyslieť rozmiestnenie jednotlivých tlačidiel na stránke a realizovať samotný výber šablón. To som realizoval pomocou klasického selectlistu. V angulare môžeme tento prvok nájsť pod názvom *<mat-select>*. V selectliste budu zobrazené šablóny stiahnuté zo servera. Pre obmedzené miesto vo widgete grafov som sa rozhodol umiestniť tlačidlo na pridanie šablóny priamo do selectlistu. Po výbere tejto možnosti sa zobrazí dialóg pre zadanie názvu šablóny. Tento dialog je realizovaný ako samotný komponent s názvom *MatDialog*. Po zadaní názvu sa kontroluje, či používateľ nezadal nebezpečné symboly ako úvodzovky, pomlčky, medzeru a podobne. V tomto zozname tiež bude možnosť zobraziť všetky grafy a inštancie bez možnosti editácie. To je vhodné vtedy, ak používatel chce mať pri vstupe na stránku zobrazené všetky údaje. Na grafy a zobrazenie časovej osi som použil framework *vis.js*, ktorý podporuje rôzne druhy grafov a obsahuje časovú os. Medzi ďalšie dôvody patrili, že je zadarmo, jednoducho sa s ním pracuje a má rozsiahlu dokumentáciu. Ešte pred načítaním grafov sa najskôr zo servera načítajú všetky šablóny aktuálneho používateľa. V databáze je uložená aj informácia, ktorú šablónu má používateľ predvolenú. Vďaka tomu sa zobrazia iba grafy a inštancie, ktoré používateľ zvolil. Pri zmene šablóny je znovu potrebné načítať dáta do grafov a uvoľniť pamäť od nepotrebných dát. Takisto bolo potrebné detekovať vypnutie nejakej inštancie grafu. Na obidve tieto udalosti som si implementoval eventlistener, ktorý je zabudovaný v angulari. Vďaka tomu je možné pri zmene zavolať ľubovolnú metódu.

```
<mat-select placeholder="{{'measurement_filter' | translate}}"
 [@SelectTemplateAnimation]='selectTemplateState' (change)="templateChanged()"
 [(ngModel)]="selectedTemplate" name="template" class="select-group-dropdown">
         <mat-option *ngFor="let template of templates " [value]="template">
         </mat-option>
</mat-select>
```

Výpis 5.4: Selectlist pre zvolenie šablóny s využitím nástrojov angularu

V ukážke 5.4 možeme vidieť použité viaceré nástroje angularu, ktoré som počas celého vývoja používal. Medzi tie základné patria:

1. **Two-way databinding** - S touto možnosťou je možné previazať model z triedy priamo do HTML kódu. Ako názov napovedá zmeny sú obojsmerne premietnuté z HTML do modelu a naopak. V našej ukážke ho využívame v `[(ngModel)]="selectedTemplate"` Premenná *selectedTemplate* obsahuje pole objektov, ktoré sa skladajú z ID a názvu šablóny.

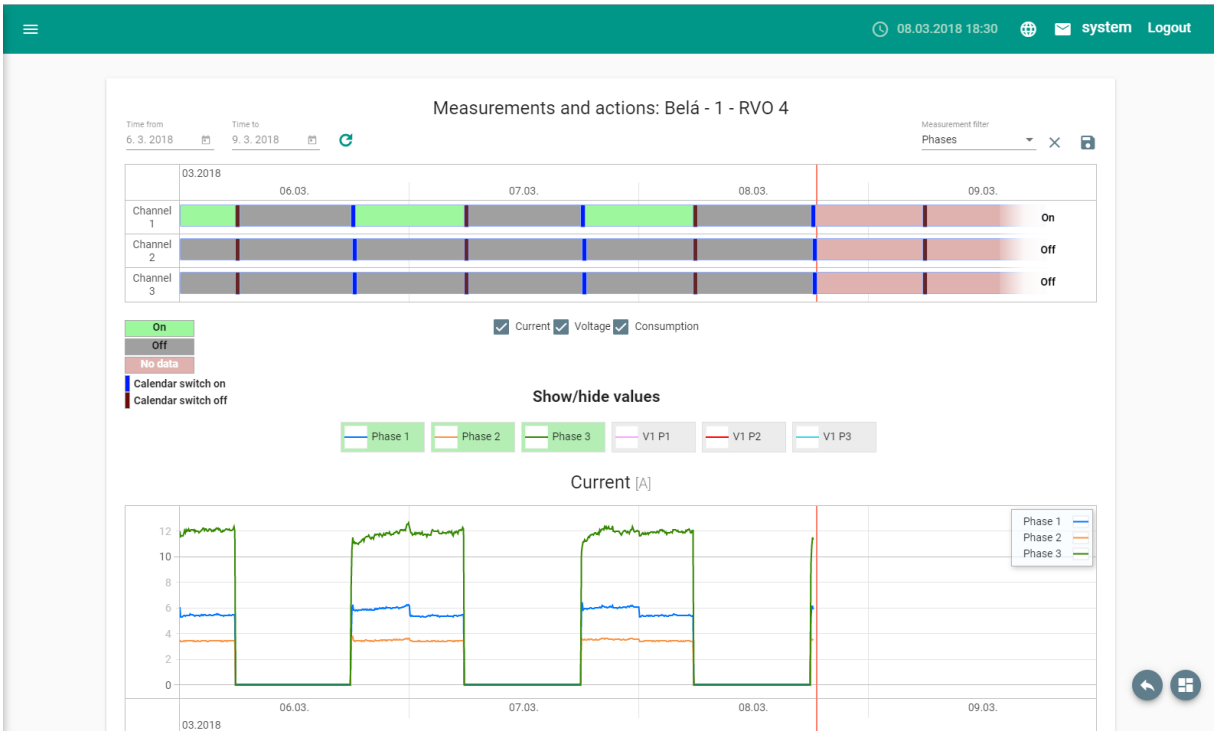
2. **Event binding** - Vďaka tomuto nástroju vieme pri udalosti priamo v HTML elemente zavolať metódu v triede komponentu. V našom prípade som sa rozhodol pri zmene šablóny (*udalosť* `[(change)]`) zavolať metódu `templateChanged()`, ktorá inicializuje grafy a inštancie, ktoré sú zadefinované v šablóne.

3. **String interpolation** - Tento nástroj umožnuje premietnuť veci z triedy komponentu do obyčajného textu. Takto je možné vypísať napríklad hodnotu premennej alebo rôzny

iný text. V ukážke `placeholder="{{'measurement_filter' | translate}}"`) využívam string interpolation na nastavenie našeptávacieho textu. Je tu tiež použitý tzv. piping (*znak '|'*), ktorý sa používa na ďalšiu modifikáciu textu, napríklad zaokrúhlenie čísiel, formát dátumu, zmena textu na veľké/malé písmena a podobne. V tomto prípade som piping použil na preklad textu, o ktorom bližšie popisujem v ďalšej kapitole.

Serverová časť

Pri zmenách šablón bolo potrebné tieto zmeny uložiť aj do databázy. Komunikácia so serverom prebieha pomocou REST API. Serverová časť je napísaná v Jave technológiou Spring boot s použitím MVC architektúry. Vďaka tomu ostávalo iba implementovať model a kontrolér, na ktorý sa budem z klientskej časti dotazovať. Bolo potrebné vytvoriť metódy v kontroleri na pridanie a vymazanie šablóny. Celý komponent som na konci otestoval s rôznymi používateľskými účtami pre overenie funkčnosti.



Obr. 5.2: Výsledná stránka meraní

5.2.2 Lokalizácia SK/EN

Časová náročnosť: 4 dni

Zadanie:

Lokalizovať aplikáciu do SK/EN jazyka s možnosťou výberu jazyka.

Analýza:

Jednou z úloh lokalizácie bolo určiť, či sa bude vykonávať na serveri, alebo na strane klienta. Z dostupných riešení lokalizácie v rámci technológii Spring boot a Angular som sa rozhodol riešiť jazykovú lokalizáciu na strane klienta, v javascripte pomocou knižnice *i18n*[8]

Riešenie:
Použitie knižnice *i18n* vo frameworku angular je pomerne jednoduché a nenáročné na použitie. Pomocou nástroja *npm* si najprv nainštalujeme do projektu knižnicu.

```
npm install i18n --save
```

Po inštalácii knižnice a prečítaní dokumentácie bolo potrebné vytvoriť súbory, ktoré budú obsahovať preložené reťazce vo formáte *"kľúč": "hodnota"*. Tieto súbory sa musia volať podľa skratky jazyka. V mojom prípade som si v koreňovom adresári projektu vytvoril súbor *sk.json* a *en.json* V ďalšom kroku bolo úlohou nájsť všetky reťazce pridať ich do týchto súborov aj s preloženou hodnotou. Aby knižnica vedela, ktoré veci sa majú prekladať je použitý tzy. *piping*, s ktorým je možné meniť a upravovať textové hodnoty v HTML kóde.

```
{{"EmailIsNotInCorrectFormat" | translate}}"
```

Výpis 5.5: String interpolation s použitím pipingu na preklad

Knižnica sa štandardne snaží použiť jazyk, ktorý je nastavený v prehliadači. Ak sa taký jazyk medzi vytvorenými súbormi nenachádza, ostáva ponechaná pôvodný nepreložený kľúč. Toto správanie knižnice nevyhovovalo z viacerých dôvodov. Ku aplikácii často pristupujú aj ľudia z iných štátov a mohlo by sa ľahko stať, že sa aplikácia vôbec nepreloží, pretože neexistuje ekvivalentná jazyková verzia. Ja som sa rozhodol nastaviť predvolený anglický jazyk a až potom podľa jazyka prehliadača nastaviť prípadne slovenský jazyk. Kedže knižnica je implementovaná v angulari ako služba, bolo jednoduché k nej prístúpiť v konštruktore koreňového komponentu a nastaviť jazyk. V konštruktore bolo tiež potrebné registrovať jazykové verzie pomocou funkcie *addLangs()*, ktorá berie ako parameter pole názvov jazykových verzii.

```
constructor( private translateSevice: TranslateService ) {
    console.log("App created");

    this.translateSevice.addLangs(['en', 'sk']);
    this.translateSevice.setDefaultLang('en');

    let browserLang = this.translateSevice.getBrowserLang();
    this.translateSevice.use(browserLang.match(/en|sk/) ? browserLang : 'en');
}
```

Výpis 5.6: Nastavenie jazyka v konštruktore

Samostatnou kapitolou bola sránka alarmov. Alarmy predstavujú rôzne chyby, ktoré nastali pri manipulácii s osvetlením. Každý alarm má svoj chybový kód a chybovú správu uloženú v databáze. Úlohou bolo pridať stĺpec ku tabuľke alarmov s chybovou správou v anglickom jazyku. Pri získavaní údajov zo servera sa prenášajú verzie v obidvoch jazykoch. Pri načítani stránky s alarmami sa vyberie tá verzia, ktorá je nastavená v službe *translateService*. Na zmenu jazyka počas behu aplikácie som do naviačnej lišty pridal selectlist, ktorý pri zmene volaním metódy *setLang()* nastaví zvolený jazyk.

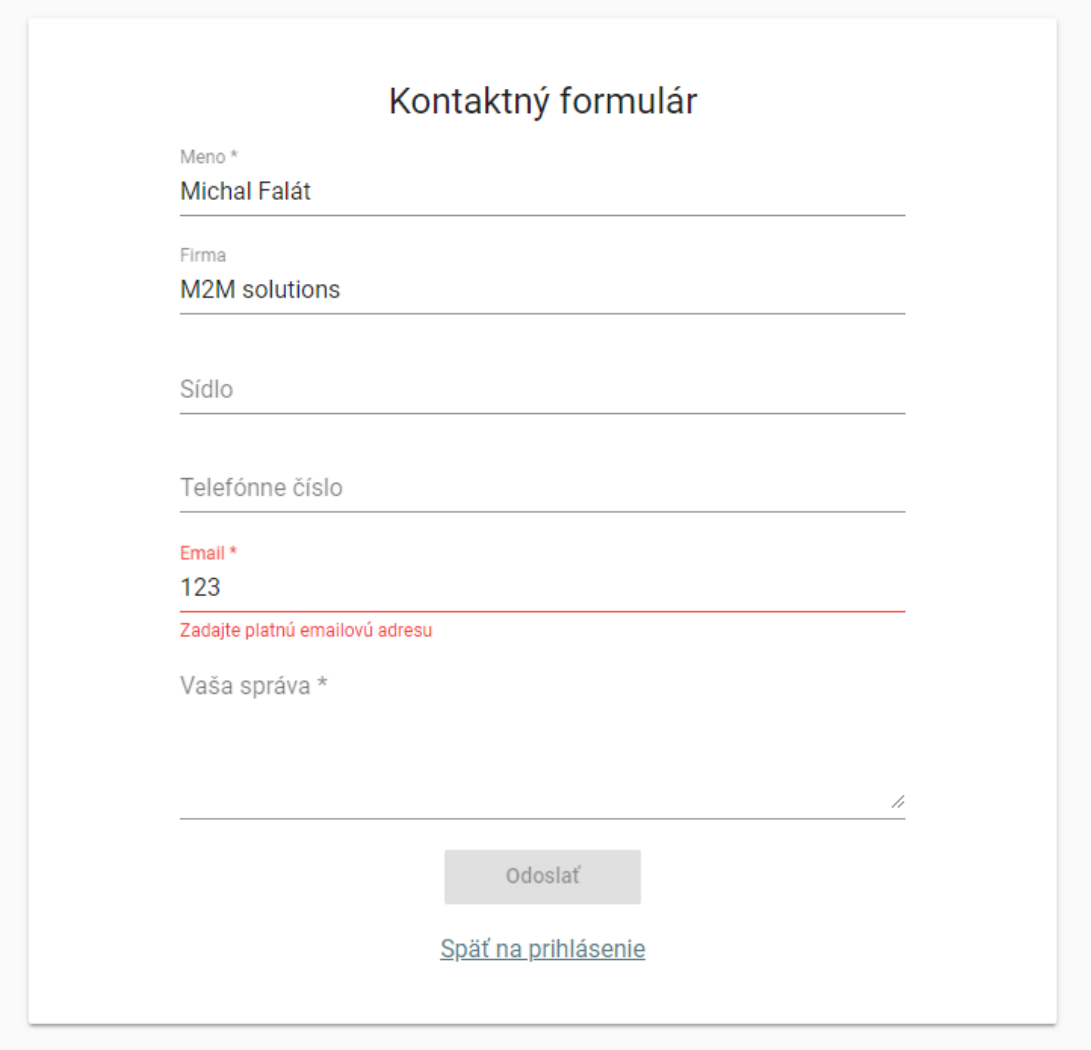
5.2.3 Pridanie kontaktného formuláru

Časová náročnosť: 3 dni
Zadanie:
Pridať komponent pre kontaktný formulár. Vytvoriť emailové konto a správne ho nakonfigurovať v aplikácii.
Analýza:
Táto úloha sa dala rozdeliť do 2 samostatných úloh. Jednalo sa o vytvorenie formuláru, ktorý vidí používateľ a samostatné odoslanie emailu z klienta na adresu zadanú zákazníkom. Aby aplikácia bola schopná posielať emaily, bolo potrebné vytvoriť emailový účet a správne ho nakonfigurovať. Po skončení bolo potrebné overiť funkčnosť posielania na testovacie emaily.
Riešenie:
Samostatný formulár sa skladá zo 6 polí (Meno odosielateľa, Spoločnosť, Adresa, Telefón, Email a Text správy). Tieto polia boli vyžiadané zakazníkom, pričom povinne vyplnené polia musia byť Meno, Email a Text správy. V angulári som si vytvoril triedu *EmailMessageModel*, ktorá obsahovala všetky polia formuláru. Anglular obsahuje aj knižnice a nástroje na prácu s formulármi a ich validaciu. Túto knižnicu som si musel naimportovať z *'@angular/forms'*. Pomocou two-way databinding som načítal dáta do inštancie tejto triedy. Potrebné validácie a pravidlá sa dajú riešiť dvomi spôsobmi:

1. **Template-driven validácia** - do HTML časti sa integrujú atribúty pre validáciu vstupných polí napr.: *required, minlenght, maxlenght.* Takýmto spôsobom nie je možné formulár validovať dynamicky, čo v našom prípade ani nepotrebujeme,

2. **Reactive form validácia** - pod týmto názvom sa skrýva komplexnejšia validácia, ktorá sa používa v angular knižnici. Validácia sa vytvára priamo v triede komponentu pomocou individuálnych metód. Toto je vhodné, ak chceme validovať nejaké polia dynamicky, napríklad kontrolovať, či zadaná emailová adresa už nieje použitá bez odoslania formuláru.

V tejto úlohe som sa rozhodol použiť *Template-driven* validáciu, lebo postačuje pre náš formulár. Pri chybe vo validácii bolo potrebné nastaviť tlačidlo na *disabled* aby sa predišlo odoslaniu chybného formuláru. Druhou časťou bolo nájsť možnosť, ako posielať správy na email zakazníka. Bolo potrebné vytvoriť prostredníka, ktorý údaje z formuláru prepošle na email. Ja som sa rozhodol vytvoriť emailovú schránku a nakonfigurovať ju v serverovej časti. Na strane servera som si vytvoril nový kontrolér s názvom *EmailController* s jedinou metódou *SendEmail(EmailMessageModel message*, ktorá prijma model správy definovaný triedou *EmailMessageModel*. Posielanie správ som skúšal najskôr na firemných emailoch a po skončení testov som v konfiguračnom súbore *app.json* nastavil emailovú adresu zadanú zákazníkom.



Obr. 5.3: Kontaktný formulár s aktívnou validáciou

5.2.4 Optimalizácia pre mobilné zariadenia

Časová náročnosť: 4 dni
Zadanie:
Optimalizovať aplikáciu pre všetky mobilné zariadenia a bežne používané prehliadače.
Analýza:
Responzivita webových stránok patrí v roku 2018 už k bežným štandardom a moderný web sa bez nej nezaobíde. Minimálne rozlíšenie, na ktoré som sa rozhodol aplikáciu optimalizovať bolo na šírku 350px, čo zvládne väčšina súčasných mobilných telefónov. Samotné rozloženie informácii z aplikácie je rozdelené do tzv. widgetov čo predstavovalo okno s plávajúcou šírkou podľa obsahu. Ďalšou úlohou bude upraviť texty aj v hornej lište, pretože obsahuje veľký počet informácii (čas, meno prihláseného používateľa, výber jazyka, odhlásenie).
Riešenie:
Samotnú responzivitu som riešil úpravou CSS tried pomocou *@media* funkcií. Táto funkcia bola pridaná až vo verzii CSS3. V nej sa zadefinuje pomocou parametrov, či chceme zmeniť triedu keď

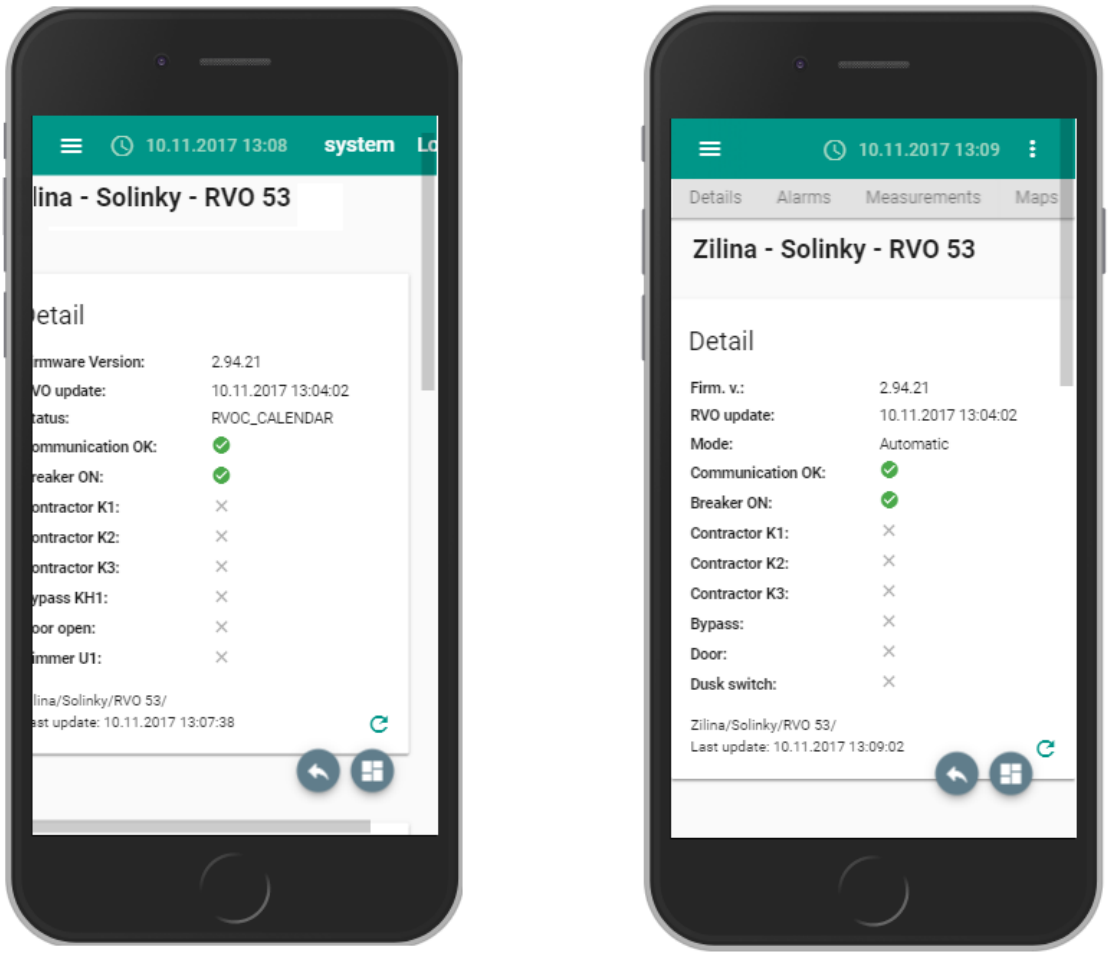
je rozlíšenie väčšie alebo menšie ako zadané v parametri. Ja som sa rozhodol upravovať triedy pre 3 rôzne rozlíšenia:

1. **350px - 600px** - rozlíšenie, ktoré je možné nájsť na väčšine mobilných telefónov,
2. **601px - 960px** - rozlíšenie, ktoré sa používa na tabletoch, poprípade na mobilných telefónoch otočených horizontálne (na šírku),
3. **960px a viac** - rozlíšenie použité na notebokoch a stolových počítačoch. Na tejto sekcii bolo vykonaných najmenej úprav, keďže stránka bola vyvíjaná na notebooku s takýmto rozlíšením.

Responzivitu môžeme jednoducho simulovať použitím vývojárskych nástrojov v prehliadači Google Chrome. takýmto spôsobom som sa rozhodol používať 3 rôzne rozlíšenia z definovaných rozsahov. Vo väčšine komponentov bolo potrebné pri malom rozlíšení zmeniť veľkosť z pixelov na percentuálnu hodnotu. Tým sa dosiahol efekt, že sú čítatelné všetky texty v závislosti od šírky stránky a nič podstatné nieje skryté. Ďalším krokom bolo pridať rozbalovacie menu. Pri malom rozlíšení sa stávalo, že údaje, ktoré boli v hornej lište sa do širky stránky nezmestili. Rozhodol som sa pridať ďalší kontajner, v ktorom bude zobrazené meno prihláseného používateľa a tlačidlo na odhlásenie. Tomuto kontajneru som priradil triedu, ktorú pomocou selektoru nastavujem na *display:none;* alebo *display:block;*

```
@media only screen and (max-width: 600px) {
    .fullMenu {
        display: none;
    }
    .container {
        width: 100%;
    }
}
@media only screen and (max-width: 959px) {
    .fullMenu {
        display: none;
    }
}
@media only screen and (min-width: 960px) {
    .smallMenu {
        display: none;
    }
}
```

Výpis 5.7: CSS optimalizácia pre jednotlivé rozlíšenia



Obr. 5.4: Ukážka responzivity: Neoptimalizovaná aplikácia (vľavo) a oprimalizovaná aplikácia (vpravo)

Okrem úpravy CSS tried bolo potrebné na mobiloch skryť aj bočný panel s odkazmi na mestá a rozvádzače. To som implementoval v konštruktore hlavného komponenta aplikácie. Ten sa vždy zavolá pri spustení aplikácie. Keďže bočný panel je komponent tretej strany, obsahuje pomerne širokú škálu funkcionality. Jednou z nich bolo aj funkcia *hide()*. V konštruktore stačilo detekovať šírku stránky pomocou *window.width* Ak bola menšia ako hodnota pre mobilný telefón (v našom prípade 600px) tak stačilo funkciu *hide()* zavolať nad panelom. To nám zabezpečilo, že aj pri vstupe do aplikácie bude bočný zoznam implicitne schovaný. Na záver ostávalo pridať do navigačnej lišty malú ikonu namiesto celých tlačidiel pri najmenšom rozlíšení. Po kliknuti na ikonu sa zobrazí zoznam pôvodných tlačidiel. Takto optimalizovanú aplikáciu som skúšal po nasadení na viacerých telefónoch s viacerými prehliadačmi. Vďaka tejto úlohe som si rozšíril svoje zručnosti v budovaní frontendu a detailingu stránky, ktoré posúvajú celú aplikáciu zase o level vyššie.

5.2.5 Inteligentná lišta

Časová náročnosť: 4 dni

Zadanie:

Pridať navigačnú lištu s tlačidlami a aktuálnym časom. Lišta sa po posune stránky nadol skryje a po posune stránky hore sa opäť zobrazí.

Analýza:

Inteligentnú lištu môžeme nájsť na takmer každej modernej webovej stránke. Jej úlohou je najmä zväčšiť plochu užitočných informácii na stránke, ale stále mať k dispozicii dôležité odkazy a tlačidlá bez zbytočného rolovania na vrch stránky. Veľký rozdiel je sporozovatelný najmä pri prehliadaní stránky na mobilnom zariadení s malým rozlíšením.

Riešenie:

Pre túto úlohu bolo potrebné upraviť komponent *<mat-toolbar>*. Nakoľko originálny komponent neposkytuje možnosť samoschovávania lišty, bolo potrebné ju naimplementovať. Pre úpravu komponentu bolo potrebné vytvoriť triedu v kaskádových štýlch, ktorú komponentu priradím. Zároveň bolo potrebné detekovať používateľov pohyb na stránke nahor a nadol pre zobrazenie a skrytie lišty. Pohyb používateľa na stránke som urobil pomocou registrácie listenera priamo v hlavnom komponente. Pre krajší efekt a lepší UX zážitok som okrem posunu lišty a jej skrytia pridal do triedy atribút na zníženie priehľadnosti (*opacity:0;*). Výsledkom je lišta, ktorá sa plynulo schová po rolovaní stránky nadol.

```
export class ScrolllistenerDirective implements AfterViewInit {
  @Output() scrolledUp: EventEmitter<any> = new EventEmitter();
  @Output() scrolledDown: EventEmitter<any> = new EventEmitter();
  public scrollEvent: Subject<any> = new Subject();
  private currentScroll = 0;

  @HostListener('scroll', ['$event'])
  onScroll(e) {
    let el = e.target;
    let value = e.target.scrollTop;
    if (value > this.currentScroll) {
      this.scrolledDown.emit();
      this.scrollEvent.next("scrolledDown");
    }
    else if (value < this.currentScroll) {
      this.scrolledUp.emit();
      this.scrollEvent.next("scrolledUp");
    }
    this.currentScroll = value;
  }
```

Výpis 5.8: Funkcia na odchytávanie rolovania stránky

5.3 Správa evidencie operátorov - OAC

Správa evidencie operátorov - OAC je jeden z prvých projektov, ktorý beží na novej propietárne vyvinutej platforme firmy M2M solutions s.r.o. Súčasne s jej vznikom prebiehalo aj odladovanie chýb a implementácia nových vecí v platforme. Jedná sa o ASP.NET webové stránky napísané v jazyku C#. Ako ORM nástroj bol použitý Entity framework s prístupom code-first. Vďaka tomu je možné riadiť verziu databázy pomocou migrácii, ktoré sa píšu priamo v C# kóde. Projekt je vyvíjaný podľa architektúry MVC, ktorá oddeluje rôzne vrstvy systému. Súčasne s MVC architektúrou boli použité aj mnohé ďalšie návrhové vzory.

Obr. 5.5: Databázový model projektu Správa evidencie operátorov OAC

5.3.1 Platforma - Property comparator

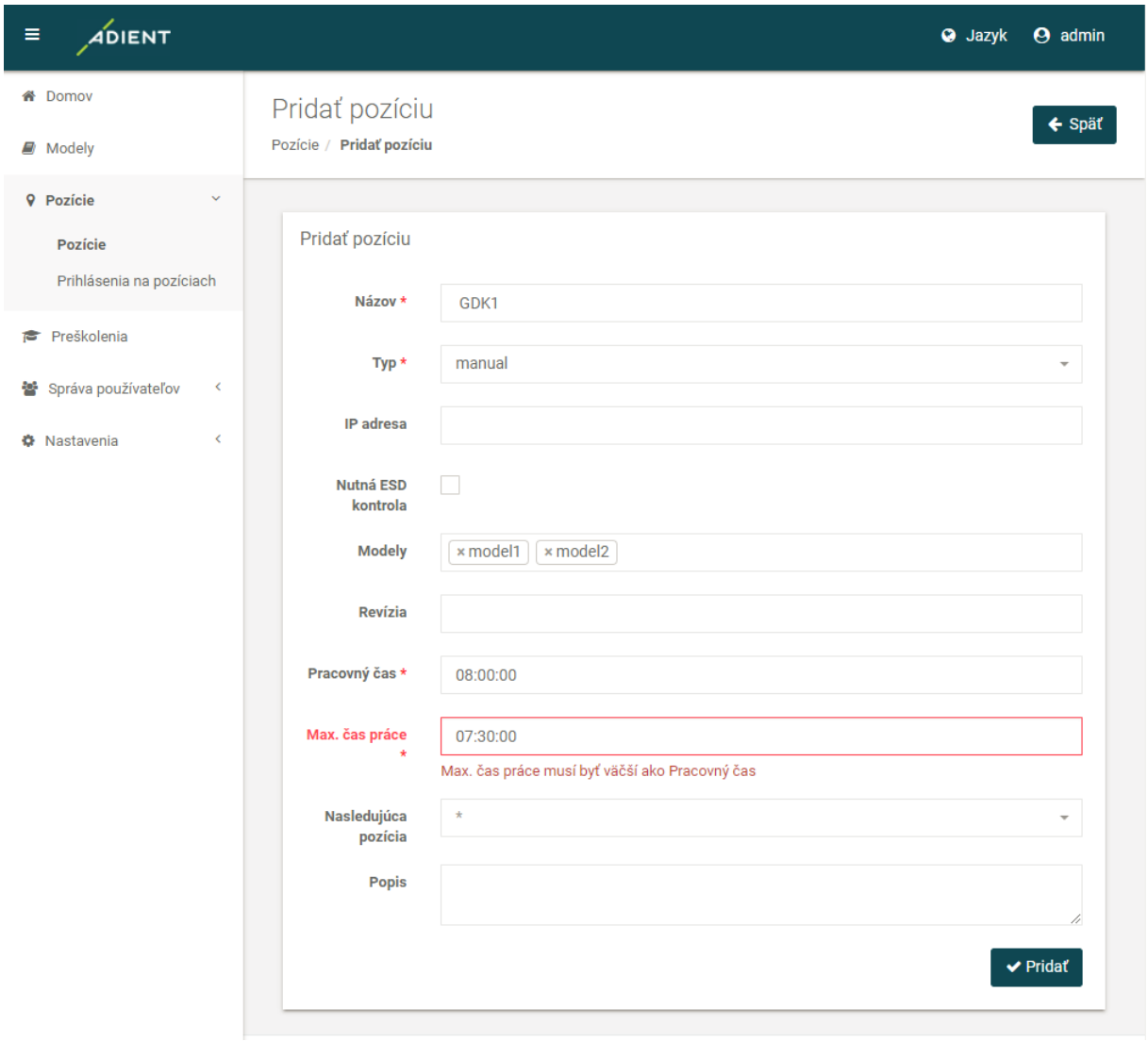
Časová náročnosť: 8 dni
Zadanie:
Vytvoriť atribút na porovnávanie rôznych propert v rámci jedného modelu.
Analýza:
Medzi väčšie úlohy, ktoré bolo potrebné implementovať na platforme bolo vytvorenie atribútu pre porovnávanie polí vo formulári. Táto úloha nie je závislá iba na projekte, ale jej využitie sa môže hodiť aj na iných projektoch, ktoré budú fungovať s týmto platformovým jadrom. V MVC architekrúre sa validácia implementuje priamo v modeli pomocou rôznych validačných atribútov. Napríklad či je pole povinné, alebo nie, minimálna alebo maximálna dĺžka reťazca, alebo číselný rozsah. Pre zníženie záťaže servera je možné povoliť aj klientskú validáciu. Vtedy sa formulár overuje priamo v prehliadači. Ak formulár nieje validný, na server sa neodošle a tým pádom ho server nemusí ďalej spracovávať. Validácii na serveri sa ale nemôžeme úplne vypnúť, pretože klient má plnú kontrolu nad kódom v javascripte. Po úprave kódu môže obísť validáciu poslať aj formulár, ktorý nie je validný. V projekte je tým pádom použitá dvojitá validácia. Pod zadaním úlohy sa rozumie vytvoriť atribút, ktorý sa bude správať takisto ako validátor polí. Takáto implementácia nie je obsiahnutá v štandardnej ASP.NET knižnici, a preto ju bolo potrebné vytvoriť. Vo validátore bude potrebné prijmať názov druhého poľa, ku ktorému bude porovnávaný a operátor porovnávania. Takýmto komparátorom je možné overovať rôzne hodnoty rovnakého typu, ktoré ale musia implementovať rozhranie *IComparable*. Toto rozhranie štandardne implementujú všetky jednoduché dátové typy v .NET vrátane rôznych triednych typov ako *String*, *DateTime*, *TimeSpan* a rôzne iné. Vďaka tomuto validátoru bude jednoduché overovať hodnoty medzi sebou, napríklad začiatok musí byť menší ako koniec, alebo hodnota v jednom poli musí byť menšia ako v druhom poli a podobne. Súčasne bude potrebné implementovať validáciu aj na strane klienta, aby sa formulár s nesprávnymi dátami zbytočne neposielal na server, ale vyhodnocoval priamo na strane klienta v prehliadači.
Riešenie:
Na začiatok som si vytvoril triedu, ktorá dedí z triedy *ValidationAttribute* a implmenetuje rozhranie *IClientValidatable*. Nad samotnou triedou je potrebné zadefinovať atribút *[AttributeUsage]*, aby bolo jasné nad akým typom sa tento vytvorený atribút môže používať. V platforme potrebujeme porovnávať iba hodnoty vrámci jednej triedy (modelu). Práve preto som nastavil nad triedu atribút *[AttributeUsage(AttributeTargets.Property)]*. Trieda musí implementovať rozhranie *IComparable*, pretože iné hodnoty nie je možné implicitne bez dodatočnej logiky porovnávať. Všetky metódy rozhrania je potrebné prepísať vlastnou funkcionalitou. V prvom kroku treba vytvoriť validáciu na strane servera a potom aj na strane klienta. V konštruktore atribútu nie je možné dať ako parameter inú propertu. Súčasne so vznikom atribútu však vieme zistiť v ktorej triede sa validátor práve aplikuje. Tak vieme zistiť jej názov, typ a pristupovať k jednotlivým propertám daného modelu. Ja som sa kvôli jednoduchosti rozhodol v parametri poslať reťazec s názvom druhej property. Pre prípad, keď by sa náhodou premenovala, kompilátor by nehlásil žiadnu chybu, pretože ju berie ao reťazec. Toto môžeme vyriešiť náhradou reťazca príkazom *nameof(<propertyName>)*. Tym zaručíme, že aj ked sa náhodou premenuje,

komplikátor nám okamžite podčiarkne chybu, lebo taký názov nepozná. V parametroch bolo potrebné ďalej zadať operátor, pre aký sa ma vyhodnocovať validácia ako správna. To som vyriešil vytvorením číselníka s názvom *CompareOperator*, ktorý obsahuje základné porovnávacie operácie (<, >, ==, <=, >=). Teraz už vieme pristupovať k propertám triedy a vieme na základe čoho ich chceme porovnávať. Samotné overovanie validity modelu sa vykonáva až vo funkcii *IsValid(object o, ValidationContext validationContext)*. Najskôr som musel overovať, či jednotlivé property spĺňajú všetky kritéria pre porovnávanie, či sú alokované, ale aj či sú rovnakého typu. Ak niektorá podmienka nie je splnená, je vyhodená výnimka, ktorá sa zapíše do serverových logov. Keďže platforma musí byť multijazyková, bolo potrebné chybovú správu preložiť vrátane preložených názvov. ASP.NET obsahuje atribút *[DisplayName]*, v ktorom je možné zadefinovať názov a súbor, v ktorom má hľadať jeho preloženú verziu. V ukážke 5.9 je znázornené zistenie preloženého názvu. Ak atribút *[DisplayName]* nie je definovaný, použije sa originálny názov, ktorý je zadaný v kóde ako názov property.

```
private static string GetDisplayNameForProperty(Type containerType, string
    propertyName)
{
    var typeDescriptor = GetTypeDescriptor(containerType);
    var property = typeDescriptor.GetProperties().Find(propertyName, true);
    if (property == null)
    {
        throw new ArgumentException
        (string.Format(CultureInfo.CurrentCulture,
        Resources.Common_PropertyNotFound, containerType.FullName, propertyName
            ));
    }
    var attributes = property.Attributes.Cast<Attribute>();
    var display = attributes.OfType<DisplayAttribute>().FirstOrDefault();
    if (display != null)
    {
        return display.GetName();
    }
    var displayName=attributes.OfType<DisplayNameAttribute>().FirstOrDefault();
    if (displayName != null)
    {
        return displayName.DisplayName;
    }
    return propertyName;
}
```

Výpis 5.9: Klientská validácia - získanie preloženého mena

Druhou časťou bolo implementovať validáciu na strane klienta. Tá pozostávala zo zostavenia údajov, ktoré sa budu spolu s modelom prenášať do HTML stránky ako atribúty HTML komponentu. Týmto spôsobom som sa rozhodol poslať názov druhej property a jej preložený názov, operátor a preloženú chybovú správu. V javascripte som musel vytvoriť vlastný validátor s pridanou funkcionalitou a pomocou jQuery dostať hodnoty z polí vo formulári. Najväčší problém, s ktorým som sa stretol, bolo detekovať, či je hodnota časového typu. Javascript štandardne takéto polia vo formulároch berie ako text, v ktorom sa nedajú porovnávať dve dátumové hodnoty. Aby som zistil, či je pole časového typu, bolo potrebné zistiť, či obsahuje triedu *.time* alebo *.dateTime-utc*. Ak pole obsahovalo jednu z týchto tried, previedol som ho na dátumovú hodnotu pomocou knižnice *moment.js*, ktorá obsahuje funkcionalitu na porovnávanie dátumov. Na koniec som otestoval aj klientskú validáciu. Formulár som vyplnil chybnými hodnotami a validátor ma okamžite upozornil červenou hláškou (*pozri obr. 5.6*) bez toho, aby som formulár odoslal.



Obr. 5.6: Overenie funkčnosti Property comparator s poľami typu TimeSpan

5.3.2 Implementácia business logiky

Časová náročnosť: 5 dni
Zadanie:
Implementovať projektovú business logiku na správu pozícií a produkčných modelov.
Analýza:
Pre oddelenie business logiky od kontrolerov a pre prácu s databázou je v projekte použitý návrhový vzor *Repozitár*. V projekte je vytvorený repozitár pre každú entitu, čím sprehľadnuje celú aplikáciu a sústreduje všetky metódy na prístup do databázy na jedno miesto v rámci entity. Ďalší použitý návrhový vzor je *Unit Of Work*. Ten bol do projektu zaintegrovaný preto, aby každú malú operáciu nebol nutný zásah do databázy. Predstavme si situáciu, keď v jednej sitácii chceme napríklad vymazať 50 záznamov a pridať ďalších 50 v jednej akcii. *Unit of work* zabezpečuje to, že tieto zmeny sú najskôr uložené iba v pamäti a až v závere akcie sa tieto zmeny premietnu do databázy funkciou *Commit()* Na konfiguráciu rôzych komponentov a služieb existuje mnoho doplnkov tretích strán. Jedným z nich je aj *Autofac*, ktorý používa nástroj *Dependency injection*. Vďaka tomu je možné pomocou rozhrania a implementácie zadefinovať množinu komponentov, ktoré sa použijú v projekte. Pomocou *Dependency injection* je jednoduché namapovať do konštruktora kontrolera akúkoľvek komponentu, ktorú sme si vytvorili.
Riešenie:
V tomto projekte sa *Autofac* používa napríklad pre na vkladanie komponenty *Logger*. *Logger* má na starosti vytvárať rôzne systémové udalosti a informuje o práci v aplikácii ako pridanie, odstránenie, úprava záznamov a podobne. Okrem loggera je v kontroleri použitá aj trieda *IProductionManager*, ktorá zastrešuje všetky databázové operácie a doménovú logiku pre každú entitu. V tejto triede sú postupne vytvárané metódy, ktoré zase volajú metódy z *IRepository*. Triedy, ktoré implementujú *IRepository* už pracujú na úrovni Entity Frameworku, ktorý sa používa takmer vo väčšine projektov, ktoré bežia na ASP.NET. Postupne som začal pridávať metódy do rozhrania *IProductionManager*, ktoré potrebujem pre jednotlivé stránky a operácie. Na úrovni managera som si tieto metódy implementoval a pridal im vlastnú logiku podľa potreby. Okrem vytiahnutia záznamov z databázy bolo napríklad potrebné odstrániť záznamy, ktoré majú stĺpec *Obsolete== true*. Údaj hovorí o tom, že záznam je vymazaný. Záznamy nie sú vymazávané fyzicky, ale majú nastavený príznak *Obsolete* na *true*. Tým je jednoduché zabezpečiť spätnú obnovu dát v prípade neúmyselného vymazania. Niektoré operácie si zase vyžadovali vytvorenie ďalších objektov v databáze. Jednoduchý príklad môžeme vidieť v ukážke 5.10. Okrem vytvorenia preškolenia sa musí podľa pozícii prekolenia vytvoriť neexistujúce záznamy ľudí, ktorí sú k pozícii priradení. Vytvoriť sa môžu iba ak majú level zatrénovanosti väčší ako 0, teda na danej pozícii už pracujú dlhšie. Na konci metódy musíme zavolať funkciu *SaveChangesInternal()*, ktorá prenesie všetky zmeny z pamäte priamo do databázy. Podobnú logiku bolo potrebné zaintegrovať pre všetky ostatné operácie s entitami. Vďaka tejto úlohe som získal prehľad architektonických vzorov, ktoré sa používajú na oddelenie rôznych vrstiev, čím sa zvyšuje celková prehľadnosť a efektivita celého kódu, ale aj behu aplikácie.

```
public async Task CreateTrainingAsync(Training training)
{
  this.ThrowIfDisposed();
  var trainingRepository = this.UnitOfWork.GetRepository<ITrainingRepository>()
      ;
  var oeRepository = this.UnitOfWork.GetRepository<
      IOperatorExperienceRepository>();
  var posRepository = this.UnitOfWork.GetRepository<IPositionRepository>();

  var posIds = training.Positions
            .Select(p => p.Id)
            .ToArray();
  var allOEList = await oeRepository
                .GetAllOperatorExperiencesByPositionListAsync(posIds);
  var operatorUserNames = allOEList
            .Where(oe => oe.Level > 0)
            .Select(oe => oe.Operator)
            .Distinct();
  var trainers = training.Trainers
            .Select(tr => tr.Trainer);
  var allTrainingOperators = operatorUserNames
              .Union(trainers)
              .ToList();
  trainingRepository.Create(training);
  await this.CreateTrainingOperatorsAsync(training, allTrainingOperators);
  await this.SaveChangesInternal();
}
```

Výpis 5.10: Implementácia funkcie na pridanie preškolenia

5.3.3 Formulár na pridanie pozície

Časová náročnosť: 4 dni
Zadanie:
Vytvoriť formulár na pridanie a editáciu pozícii podľa projektovej dokumentácie.
Analýza:
Projekt sa z veľkej miery skladá z rôznych formulárov na editáciu a pridávanie dát do databázy. Jednou z úloh, ktoré mi boli pridelené, bolo aj vytvorenie formuláru na pridanie pozície. Pozícia je entita, na ktorá predstavuje fyzické miesto v sklade. Mojou úlohou bude vytvoriť model, pohľad (view) a implementovať metódu v kontroleri, ktorá bude dáta spracovávať.

Riešenie:
V prvom kroku, som si vytvoril model v priečinku, kde sú ostatné modely projektu. Tento model obsahuje všetky polia, ktoré sa nachádzajú aj v entite. Nad každé pole je možné zadať rôzne atribúty. V mojom prípade som použil atribúty *[Required]*, ktorý značí, že pole musí byť vyplnené nejakou hodnotou a *[MaxLength(512)]*a *[MaxLength(64)]*, ktoré značia maximálny počet znakov v textovom reťazci. Okrem štandardných atribútov na validáciu bolo potrebné aj validovať správnosť IPv4 adresy. Na to som použil regulárne výrazy, ktoré C# štandardne podporuje. V tomto modeli sa nachádzali aj dve polia, ktoré bolo potrebné porovnať medzi sebou. Z dokumentácie projektu vyplývalo, že pole *Pracovný čas* musí byť menšie ako pole *Max. pracovný čas*. Na toto sa dá využiť platoformový *Property comparator*, na ktorom som pracoval ako na samostatnej úlohe. Bližšie je o ňom je popísané v sekcii 5.3.1

```
public class PositionModel
{
        [RegularExpression(@"^((25[0-5]|2[0-4][0-9]|[01]?[0-9][0-9]?)\.)
        {3}(25[0-5]|2[0-4][0-9]|[01]?[0-9][0-9]?)$",
        ErrorMessage ="Not valid IPv4 address")]
        [Display(Name = "IPAddress", ResourceType = typeof(PositionLocale))]
        public string IPAddress { get; set; }

        [Required]
        [M2MSComparator(CompareOperator.LESS_THAN, nameof(MaxWorkDuration))]
        [DataType("TimeSpan")]
        [Display(Name = "WorkDuration", ResourceType = typeof(PositionLocale))]
        public TimeSpan WorkDuration { get; set; }

        [Required]
        [M2MSComparator(CompareOperator.MORE_THAN, nameof(WorkDuration))]
        [DataType("TimeSpan")]
        [Display(Name = "MaxWorkDuration",ResourceType = typeof(PositionLocale)
            )]
        public TimeSpan MaxWorkDuration { get; set; }

        [StringLength(512)]
        [Display(Name = "Description", ResourceType = typeof(PositionLocale))]
        [DataType(DataType.MultilineText)]
        public string Description { get; set; }
}
```

Výpis 5.11: Časť modelu pozície s ukážkou validačných atribútov

5.4 Navigácia v budovách - analýza

Navigácia je v sučasnosti veľmi rozsiahlou problematikou, o ktorej by sa dala napísať samotná bakalárska práca. Moderné systémy ako napríklad GPS sú najpoužívanejšie a najznámejšie. Fungujú na základe odozvy signálu z niekoľkých satelitov, ktoré sa voľne pohybujú vo vesmíre. GPS systém má však podstatnú nevýhodu - priechod signálu cez prekážku. Ak by sme chceli použiť GPS signál napríklad v podzemí alebo v budove, signál by sme chytili iba veľmi sporadicky, alebo dokonca vôbec. Firma, M2M solutions sa venuje najmä priemyselným riešeniam. Jednou z akvizícii bolo aj navigovanie a lokalizácia v priestore - najmä vo výrobných halách a skladoch. Mojou úlohou bolo skúsiť nájsť všetky dostupné riešenia s krátkou analýzou. Okrem toho bolo mojou úlohou skúsiť zbierať dáta zo senzorov mobilu a analyzovať ich, či je možné z nich získať zmenu pozície bez použitia GPS systému. Celá akvizícia je iba v prvej fáze analýzy a preto ju rozoberiem iba okrajovo.

5.4.1 Porovnanie dostupných technológii

Časová náročnosť: 4 dni
Mojou prvou úlohou bolo nájsť a porovnať všetky dostupné technológie, ktoré by sa potenciálne mohli použiť na navigáciu v budovách bez použitia GPS systémov. V analýze by mali byť zahrnuté výhody, nevýhody, technológia, analýza ceny, presnosť. Všetky informácie som čerpal z internetových zdrojov[4] a rôznych videí. Ja som sa rozhodol o každej technológii v krátkosti popísať a najdôležitejšie informácie zhrnúť do tabuľky 5.1.

- **Magnetické pole** - technológia je založená na meraní úrovne magnetického poľa. Vychádza z toho, že každé miesto v budove má jedinečnú hodnotu magnetického poľa a je možne na základe tejto hodnoty určit približnu lokáciu. Tento systém je možné použiť v budovách, kde nedochádza k presunu nábytku a veľkých objektov. Pre použitie v priemysle a v skladoch s častým presúvaním rôznych kovových predmetov a pohybom okolo silných elektromotorov je tento systém nepoužiteľný.

- **BLE beacony** - v súčasnosti patrí jedno k najpoužívanejším lokalizačným systémom bez použitia GPS. Technológia pozostáva z rozmiestnenia bluetooth zariadení po budove a meraním útlmu signálu napríklad mobilom. Pre zvýšenie životnosti týchto zariadení sa zvyčajne používa štandard BLE (*Bluetooth Low Energy*), ktorý je v potovostnom režime a aktivuje sa iba pri požiadavke na komunikáciu. Pri zistení úrovne signálu z 3 rôznych zariadení je možné pomocou trilaterácie[6] vypočítať približnú polohu objektu. Zariadenie je však veľmi náročné z hľadiska počiatočnej aj dlhodobej ceny. Pri výrobnej hale 100x100m by bolo potrebné použiť minimálne 100 bluetooth zariadení. Každé zariadenie potrebuje inštaláciu a prívod napájania, čo predstavuje vysoké náklady pre zákazníka.

- **Wifi** - vychádza z podobných princípov ako BLE beacony. Jediným rozdielom je to, že je možné použiť už existujúcu infraštruktúru wifi access pointov v budovách. Veľkou nevýhodou je citlivosť na prekážky a nedostatočná presnosť.

- **UWB** - ultra wideband je novšia technológia. Bola navrhnutá pre vyriešenie problémov, ktoré vznikajú pri predchádzajúcich riešeniach. Tým, že pracuje na vysokej frekvencii 3GHz až 10GHz, so šírkou pásma až 500MHz dokáže bez problémov prejsť aj prekážkami a stenami bez zníženia presnosti. Výrobcovia technológie uvádzajú presnosť až 30cm, ktorá však v realite dosahuje nižšie výsledky. Medzi jej nevýhody patrí najmä vysoká cena zariadení a limitujúci maximálny počet navigovaných objektov v počte približne 10.
- **Akcelerometer** - na požiadanie môjho konzultanta Borisa som dostal za úlohu preskúmať aj možnosť využiť senzory z mobilu ako navigáciu. Jej výhody by mali plynúť z jednoduchosti použitia, vyhnutiu sa vybudovaniu infraštruktúry a nulovej ceny inštalácie. Na zistovanie pohybu je použitelný akcelerometer. Ten zbiera údaje o zrýchlení v jednotkách m/s^2. Podľa teórie, by sme mali byť schopní prvým integrálom vypočítať rýchlosť a druhým integrálom prejdenú vzdialenosť.

	Mag. pole	**BLE beacony**	**Wifi**	**UWB**	**Akcelerometer**
Presnosť	1-2.8m	2m	4m	<30cm	Veľmi nepresné
Dosah	-	10m	15m	25m	-
Vstupná investícia	Veľmi nízka	Veľmi vysoká	Nízka	Veľmi vysoká	Veľmi nízka
Cena za údržbu	Nízka	Veľmi zložitá	Nízka	Veľmi vysoká	Veľmi nízka
Zložitosť inštalácie	Nízka	Veľmi zložitá	Zložitá	Zložitá	Žiadna

Tabuľka 5.1: Porovnanie jednotlivých technológií

5.4.2 Zber dát zo senzorov v mobile

Časová náročnosť: 3 dni
Po analýze nasledovalo aj napriek prevyšujúcim nevýhodam úloha zbierať dáta zo senzorov v mobile. Jednalo sa najmä o akcelerometer, gyroskop a magnetometer. Tieto údaje mali byť ukladané do súboru, aby sa následne z nimi mohlo manipulovať a analyzovať ich. Mojou úlohou bolo vytvoriť aplikáciu pre android, ktorá tieto dáta bude zbierať a vymyslieť mechanizmus na ich uloženie. Senzory v android telefónoch sa správajú ako služby. Rýchlosť zberu dát je možné zadefinovať pre každý senzor zvlášť. Je možné definovať normálnu rýchlosť (*SENSOR_DELAY_NORMAL*), rýchlosť pre UI optimalizáciu, ktorá zbiera dáta v obmedzenom režime (*SENSOR_DELAY_UI*) a vysokú rýchlosť zberu dát (*SENSOR_DELAY_FASTEST*). Ja som sa rozhodol zbierať údaje v móde *SENSOR_DELAY_NORMAL*. Vytvoril som si triedu, ktorá obsahuje kolekciu objektov meraných dát. Zakaždým, keď sa dáta zo senzoru ziskajú, pridajú sa do tejto kolekcie. Keď používateľ bude chcieť ukončiť zber dát, tlačidlom na obrazovke vypne aj ukladanie dát a tie sa uložia do súboru v mobilnom telefóne. Údaje sú ukladané ako obyčajný text a sú oddelené čiarkou pre jednoduché analyzovanie v rôznych programoch na prácu s grafmi. Triedu na zber a ukladanie dát som vytvoril ako statickú s názvom *SensorDataRecorder*. Trieda obsahuje 2 metódy. Metódu na vkladanie záznamov do kolekcie *Insert(SensorData record)* a metódu na uloženie kolekcie do súboru v telefóne (*WriteToFile() s*)

```
public static void WriteToFile()
{
   final File path = new File(Environment.getExternalStorageDirectory()
   + File.separator + "Logs");
   StringBuilder sb = new StringBuilder();
   for(int i =0; i< sensorDataCollection.size(); i++) {
       SensorData item = sensorDataCollection.get(i);
       sb.append(ConvertDataToString(item));
       sb.append("\n"); // add new line
   }
   String dataString = sb.toString();

   // Make sure the path directory exists.
   if(!path.exists())
   {
       // Create it, if it doesn't exit
       path.mkdirs();
   }
   SimpleDateFormat formatter = new SimpleDateFormat("yyyy_dd_MM__HH_mm_ss");
   Date now = new Date();
   String fileName = "LOG_" + formatter.format(now) + ".csv";
   final File file = new File(path, fileName);
   try
   {
       file.createNewFile();
       FileOutputStream fOut = new FileOutputStream(file);
       OutputStreamWriter myOutWriter = new OutputStreamWriter(fOut);
       myOutWriter.append(dataString);
       myOutWriter.close();
       fOut.flush();
       fOut.close();
       sensorDataCollection.clear();
       Log.d("SensorDataRecorder", "File write success");
   }
   catch (IOException e)
   {
       Log.e("Exception", "File write failed: " + e.toString());
   }
}
```

Výpis 5.12: Metóda na ukladanie záznamov do mobilného telefónu

5.4.3 Implementácia Kalmanovho filtra

Časová náročnosť: 4 dni

Po úspešnom zozbieraní dát prišla na rad ich analýza a výpočty. Hneď na začiatku bolo z grafu vidieť, že signál je značne zašumený, čo môže výrazne ovplyvniť výsledok. Hlavnou podstatou a požiadavkou je zistiť zmeny polohy z týchto údajov. Aby sme z akcelerácie vypočítali zmenu pozície, je potrebné vypočítať najskôr rýchlosť prvým integrálom zo zistenej akcelerácie a zmeny času. Ako počiatočná rýchlosť v_0 je na začiatku nastavená 0m/s. Po každej iterácii sa súčasná rýchlosť nastaví ako počiatočná rýchlosť nasledujúcej iterácie.

$$v = v_0 + at \tag{1}$$

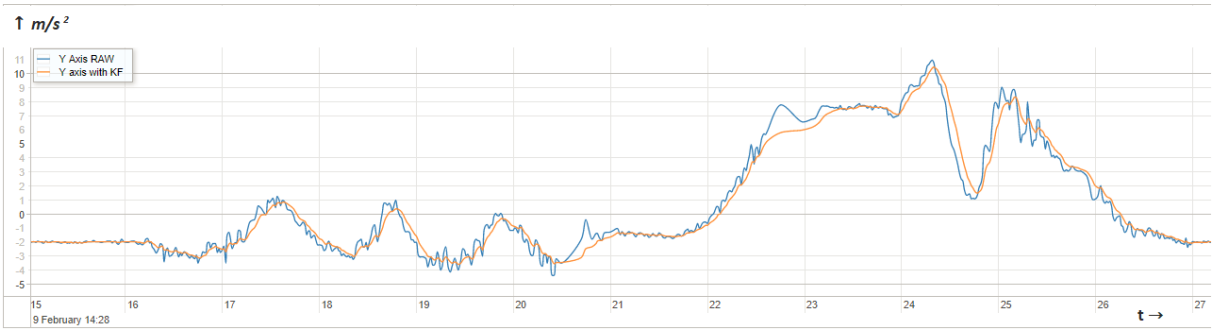
Dáta z mobilu som zbieral v rôznych režimoch. Najskôr to bola chôdza, beh, ale aj volne položenie mobilu na stole. Po analýze dát a vyhodnotení meraní som prišiel na to, že signál je zašumený. To spôsobuje obrovskú odchýlku v rýchlosti a tým pádom aj v pozícii. Aj pri volne položenom telefóne sa zo šumu za 1 sekundu naindukoval signál, ktorý zmenil pozíciu o približne 30cm. Po konzultácii s ostatnými členmi v tíme sme sa rozhodli nájsť spôsob, ako tento šum čo najviac minimalizovať. Na zníženie šumu zo signálu je možné použiť Kalmanov filter[1], ktorý počíta hodnoty na základe vzoriek z predchádajúcich hodnôt. Vďaka správnemu nastaveniu filtra, je možné šum minimalizovať bez výrazného orezania užitočného signálu a časového posunu.

```
public double getFilteredValue(double measurement) {
    this.pError = this.pError + this.qNoise;

    //measurement update
    this.kGain = this.pError / (this.pError + this.rNoise);
    this.value = this.value + this.kGain * (measurement - this.value);
    this.pError = (1 - this.kGain) * this.pError;

    return this.value;
}
```

Výpis 5.13: Metóda na spracovanie hodnoty pomocou Kalmanovho filtra



Obr. 5.7: Porovnanie hodnôt s výsledkom Kalmanovho filtra na y-os akcelerometra

6. Záver

6.1 Využitie znalostí získaných počas štúdia

Počas praxe som mal možnosť využiť svoje znalosti z mnohých predmetov absolvovaných počas štúdia. Keďže som na prax nastúpil ako programátor, najviac som využil znalosti z predmetov, ktoré sa zameriavali na vývoj softvéru. Pre mňa mal veľký prínos predmet SWI, ktorý sa zaoberal návrhovými vzormi a celým procesom vývoja softvéru od analýzy až po nasadzovanie u zákazníka a údržbu. Preto som znalosti z predmeti SWI využíval takmer na dennodennej báze. Pri práci s databázami som využil vedomosti, ktoré som sa naučil na predmete UDBS. Počas praxe som používal najmä MS SQL a vedomosti z UDBS mi úplne postačovali. Jednalo sa najmä o výber dát z tabuliek a úprava tabuliek. Pri vývoji android aplikácie na zber údajov mi pomohli vedomosti z predmetu TAMZ2. Vďaka tomu som už na začiatku projektu mal všeobecný prehľad android architekrúry a vedel som vytvoriť jednoduché používateľské rozhranie. V neposledom rade mi pomohli aj vedomosti z predmetu VIS, vďaka ktorým som vedel pochopiť mnoho návrhových vzorov, koré sa na projektoch vo firme používajú.

6.2 Chýbajúce znalosti a nové technológie

Každá firma používa svoje vlastné postupy a frameworky, ktoré sa v škole nemusia učiť. Mojím najväčším nedostatkom bol javascriptový framework Angular, o ktorom som pred tým vôbec nepočul. Keďže som s týmto frameworkom pracoval asi 5 mesiacov, získal som základnú znalosť pre prácu s ním. Svoju ďalšiu slabú stránku som postrehol aj pri analýze na projekte *Správa operátorov OAC*. Tu som si všimol, že je obrovský rozdiel z pohľadu zákazníka a programátora. Aj keď analýza bola niekoľkokrát upravovaná, až pri vývoji sa prišlo na to, že zakazník požadoval trochu odlišnú vec ako programátor z analýzy pochopil. Preto by som privítal predmet, ktorý by sa venoval vo väčšej miere aj zbieraniu požiadaviek od zákazníka a komunikáciu. Tieto veci mi na škole chýbali a z mojich nadobudnutých skúsenosti a postrehov sú veľmi dôležité. Jedna z dalších vecí, ktoré mi počas praxe chýbali, bolo riadenie práce v tímoch a správa verzií produktu. Aj keď som sa s verzovacím systémom stretol napríklad na predmete TAMZ2, tieto znalosti určite neboli dostatočné a neriešili prácu viacerých ľudí súčasne na jednom projekte. Musel som sa naučiť, ako funguje rozdelovanie úloh na projekte, diskutovať výsledky práce na pravidelných denných SCRUM meetingoch. Okrem toho som si musel bližšie naštudovať aj riešenie konfliktov v repozitári, ktoré vznikali často pri väčšom počte ľudí na projekte.

6.3 Celkové vyhodnotenie odbornej praxe

Z môjho hľadiska hodnotím absolvovanie praxe prínosne. Prax mi dala možnosť zúčastniť sa na reálnej práci na IT projektoch od analýzy až po nasadenie u zákaznikov, správu verzii, ale

aj manažment okolo projektov. Vďaka praxi som mal možnosť pracovať v tíme s viacerými skúsenými programátormi, ktorí mi vedeli vysvetliť aj veci, ktorým som pred tým nerozumel. Na praxi som mal možnosť vyskúšať si vedomosti a znalosti získané počas školy, ale aj naučiť sa veľké množstvo nových technológii ako Angular, TypeScript alebo Entity framework. Vďaka praxi som taktiež získal praktické skúsenosti, ktoré sú pre každého informatika podstatne dôležité najmä pri hľadaní pracovného miesta v IT. Keďže dokumentácia aj analýzy od zákazníkov boli v anglickom jazyku, podarilo sa mi čiastočne vylepšiť aj úroveň angličtiny, ktorá je v IT nevyhnutnosť. Vo firme M2M Solutions s. r. o. plánujem pracovať naďalej a rozvíjať svoje vedomosti aj počas magisterského štúdia.

	Počet hodín	Počet dní
Infopanely	56	7
Lightnet TK	235	29
Správa operátorov - OAC	150	19
Navigácia v budovách - analýza	85	11

Tabuľka 6.1: Odpracovaný čas na jednotlivých projektoch

Literatúra

[1] Gary Bishop, Greg Welch et al. "An introduction to the Kalman filter". In: *Proc of SIGGRAPH, Course* 8.27599-23175 (2001), s. 41.

[2] Github Inc. *angular/material2: Material Design components for Angular*. [online]. c2018[cit. 11.1.2018]. Dostupné z: https://github.com/angular/material2.

[3] Github Inc. *Releases angular/angular*. [online]. c2018[cit. 11.1.2018]. Dostupné z: https://github.com/angular/angular/releases.

[4] Jin-Shyan Lee, Yu-Wei Su a Chung-Chou Shen. "A comparative study of wireless protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi". In: *Industrial Electronics Society, 2007. IECON 2007. 33rd Annual Conference of the IEEE*. Ieee. 2007, s. 46–51.

[5] Jon Loeliger a Matthew McCullough. *Version Control with Git: Powerful tools and techniques for collaborative software development*. Ö'Reilly Media, Inc.", 2012.

[6] Dimitris E Manolakis. "Efficient solution and performance analysis of 3-D position estimation by trilateration". In: *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic systems* 32.4 (1996), s. 1239–1248.

[7] Microsoft. *What is .NET? [online]*. [online]. c2018[cit. 7.1.2018]. Dostupné z: https://www.microsoft.com/net/learn/what-is-dotnet.

[8] Marcus Spiegel. *i18n*. [online]. c2016[cit. 14.3.2018]. Dostupné z: https://www.npmjs.com/package/i18n.

[9] M2M solutions s.r.o. *Multimediálne informačné panely | M2M Solutions, s.r.o.* [online]. c2018[cit. 11.1.2018]. Dostupné z: http://www.m2ms.sk/produkty/multimedialne-informacne-panely/.

[10] M2M solutions s.r.o. *O nás*. [online]. c2018[cit. 7.1.2018]. Dostupné z: http://www.m2ms.sk/o-nas/.